

明細書

動圧軸受装置

技術分野

本発明は、動圧軸受装置に関する。ここでの動圧軸受装置は、情報機器、例えばHDD、FDD等の磁気ディスク装置、CD-ROM、CD-R/RW、DVD-ROM/RAM等の光ディスク装置、MD、MO等の光磁気ディスク装置などのスピンドルモータ用、レーザビームプリンタ（LBP）のポリゴンスキャナモータ、プロジェクタのカラーホイール、あるいは電気機器、例えば軸流ファンなどの小型モータ用の軸受装置として好適である。

背景技術

動圧軸受は、軸受隙間で生じた流体動圧により軸部材を非接触状態で支持する軸受である。この動圧軸受を使用した軸受装置（動圧軸受装置）は、ラジアル軸受部を動圧軸受で構成すると共に、スラスト軸受部をピボット軸受で構成する接触タイプと、ラジアル軸受部およびスラスト軸受部の双方を動圧軸受で構成する非接触タイプとに大別され、個々の用途に応じて適宜使い分けられている。

このうち、非接触タイプの動圧軸受装置の一例として、本出願人が提案した特開2000-291648号公報記載のものが知られている。これは、低コスト化および高精度化の観点から、軸部材を構成する軸部とフランジ部とを一体構成したものである。

しかしながら、近年の低コスト化要求はさらに厳しさを増す傾向にあり、この要求に応えるためにも、動圧軸受装置の個々の構成部品でさらなる低コスト化が求められる。

発明の開示

本発明は、かかる実情に鑑み、非接触タイプの動圧軸受装置のさらなる低コスト化を図ることを主な目的とする。

この目的達成手段として、本発明は、軸受スリーブと、軸受スリーブの内周に挿入された軸部、および軸部の外径側に張り出したフランジ部を備える軸部材と、ラジアル軸受隙間に生じる流体の動圧作用で軸部材をラジアル方向に非接触支持するラジアル軸受部と、スラスト軸受隙間に生じる流体の動圧作用で軸部材をスラスト方向に非接触支持するスラスト軸受部とを備える動圧軸受装置において、軸部材の軸部外周を中空円筒状の金属材で形成すると共に、軸部の芯部およびフランジ部を樹脂材で形成したものである。

このように軸部の外周を金属材で形成することにより、軸部材に求められる強度や剛性を確保できる他、焼結金属等からなる金属製軸受スリーブに対する軸部の耐摩耗性を確保することができる。その一方、軸部材の多くの部分（軸部の芯部およびフランジ部）が樹脂材で形成されているので、軸部材の軽量化を図ることができ、これにより軸部材の慣性が減じられるので、軸部材が他の軸受構成部材（軸受スリーブやハウジング底部等）と衝突する際の衝撃荷重を減じ、衝突による傷の発生や損傷を回避することが可能となる。また、フランジ部が樹脂製であり、摺動摩擦が小さいので、フランジ部と上記他の軸受構成部材との間で摩擦係数を減じることができる。

一般に非接触タイプの動圧軸受では、高温時に流体（油等）の粘度が低下するため、特にスラスト方向での軸受剛性の低下が問題となる。この場合、上述のように、フランジ部が樹脂材で形成されていれば、通常はフランジ部の端面と対向する相手側部材の面（軸受スリーブの端面、ハウジングの内底面等）が金属製であるから、金属よりも大きな線膨張係数（特に軸方向のせん断膨張係数）を有する樹脂製フランジ部の軸方向の熱膨張によってスラスト軸受隙間が小さくなり、この結果、高温時におけるスラスト方向の軸受剛性の低下を抑制することが可能となる。反対に低温時には、流体の粘度上昇によりモータトルクが増大するが、フ

ランジ部を樹脂材で形成すれば、軸方向の熱膨張差によってスラスト軸受隙間が大きくなるので、低温時におけるモータトルクの上昇を抑制することが可能となる。

この軸部材は、金属材をインサート部品とする樹脂の型成形で形成することができる。このように軸部材をインサート成形（アウトサート成形も含む：以下同じ）すれば、型精度を高め、かつ型内でインサート部品としての金属材を精度よく位置決めするだけで、高精度の軸部材を低コストに量産可能となる。特に非接触タイプの動圧軸受装置では、軸部とフランジ部の直角度をはじめ、軸部材に高い寸法精度が求められるが、インサート成形であれば、この種の要求にも十分に対応することができる。

軸部材のうち、フランジ部の少なくとも一方の端面に複数の動圧溝を設けるのが望ましい。この場合、動圧溝は、型に動圧溝形状に対応した溝型を形成し、この型に溶融樹脂を充填して硬化させ、溝型形状を転写することによって成形することが可能となり、精度の良い動圧溝が低コストに成形可能となる。この時、動圧溝は、フランジ部の型成形と同時に成形することができるので、フランジ部の成形と動圧溝の成形とを別工程で行う場合、例えば金属製フランジの鍛造成形後、その両端面に動圧溝をプレス成形する場合に比べ、工程数を削減して低コスト化を図ることができる。

以上に述べた軸部材の反フランジ部側の端部に、他部材とねじ締結するためのねじ部を形成することにより、軸部材の一端部に設けられたフランジ部と反対側の端部に、他部材（例えばディスクを押えるキャップ等）を精度良く確実に固定することが可能となる。この場合、ねじ部を、金属材の端部内周に形成すれば、他部材を金属材とねじ締結することができ、締結強度が高まる。

以上に述べた動圧軸受装置では、さらに軸受スリーブを収容したハウジングを設け、フランジ部の一方の端面を軸受スリーブの端面に対向させると共に、フランジ部の他方の端面をハウジングの底面に対向させる

ことができる。この場合、フランジ部の一方の端面と軸受スリーブの端面との間、およびフランジ部の他方の端面とハウジングの底面との間の隙間は、例えばスラスト軸受隙間として使用することができる。

本発明によれば、軸部材の軽量化が達成されるので、輸送時等における軸部材と他部材との衝突による衝撃を緩和し、衝撃荷重による傷の発生等を防止することができる。また、高温時におけるスラスト方向の軸受剛性を確保すると共に、低温時におけるモータトルクの上昇を抑制することもできる。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明にかかる軸部材の側面図および断面図である。

図 2 (a) はフランジ部の平面図 (図 1 中の a 矢視図)、図 2 (b) はフランジ部の底面図 (図 1 中の b 矢視図) である。

図 3 は、動圧軸受装置を組み込んだ HDD スピンドルモータの断面図である。

図 4 は、動圧軸受装置の断面図である。

図 5 は、軸受スリーブの断面図である。

図 6 は、本発明にかかる軸部材の他の実施形態を示す断面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施形態を図 1 ～図 6 に基づいて説明する。

図 3 は、この実施形態にかかる動圧軸受装置 1 を組み込んだ情報機器用スピンドルモータの一構成例を示している。このスピンドルモータは、HDD 等のディスク駆動装置に用いられるもので、軸部材 2 を回転自在に非接触支持する動圧軸受装置 1 と、軸部材 2 に装着されたディスクハブ 3 と、半径方向のギャップを介して対向させたモータステータ 4 およびモータロータ 5 とを備えている。ステータ 4 はケーシング 6 の外周に取付けられ、ロータ 5 はディスクハブ 3 の内周に取付けられる。動圧軸受装置 1 のハウジング 7 は、ケーシング 6 の内周に接着または圧入で固

定される。ディスクハブ 3 には、磁気ディスク等のディスク D が一又は複数枚保持される。ステータ 4 に通電すると、ステータ 4 とロータ 5 との間の励磁力でロータ 5 が回転し、それによってディスクハブ 3 および軸部材 2 が一体となって回転する。

図 4 は、動圧軸受装置 1 の一実施形態を示している。この動圧軸受装置 1 は、一端に開口部 7 a、他端に底部 7 c を有する有底円筒状のハウジング 7 と、ハウジング 7 の内周面に固定された円筒状の軸受スリーブ 8 と、軸部 2 a およびフランジ部 2 b からなる軸部材 2 と、ハウジング 7 の開口部 7 a に固定されたシール部材 10 とを主要な部材として構成される。尚、以下では、説明の便宜上、ハウジング 7 の開口部 7 a 側を上方向、ハウジング 7 の底部 7 c 側を下方向として説明を進める。

ハウジング 7 は、例えば真ちゅう等の軟質金属材で形成され、円筒状の側部 7 b と円板状の底部 7 c とを別体構造として備えている。ハウジング 7 の内周面 7 d の下端には、他所よりも大径に形成した大径部 7 e が形成され、この大径部 7 e に底部 7 c となる蓋状部材が例えば加締め、接着、あるいは圧入等の手段で固定されている。なお、ハウジング 7 の側部 7 b と底部 7 c は一体構造とすることもできる。

軸受スリーブ 8 は、焼結金属、より具体的には油を含浸させた含油焼結金属で形成される。軸受スリーブ 8 の内周面 8 a には、動圧を発生するためのラジアル軸受面となる上下 2 つの動圧溝領域が軸方向に離隔して設けられている。

図 5 に示すように、上方のラジアル軸受面はヘリングボーン形状の複数の動圧溝 8 a 1, 8 a 2 を備える。このラジアル軸受面において、図面上方側の動圧溝 8 a 1 の軸方向長さは、これと反対方向に傾斜した図面下方側の動圧溝 8 a 2 よりも大きく、軸方向非対称形状になっている。下方のラジアル軸受面も、同様にヘリングボーン形状の複数の動圧溝 8 a 3, 8 a 4 を備え、軸方向の一方に傾斜した複数の動圧溝 8 a 3 と、軸方向の他方に傾斜した複数の動圧溝 8 a 4 とが軸方向に離隔して形成されている。但し、この実施形態では、上方のラジアル軸受面の動圧溝

8 a 1, 8 a 2 と異なり、両動圧溝 8 a 3, 8 a 4 の軸方向長さは等しく、軸方向対称形状になっている。上方のラジアル軸受面の軸方向長さ（動圧溝 8 a 1 上端と動圧溝 8 a 2 下端との間の距離）は、下方のラジアル軸受面の軸方向長さ（動圧溝 8 a 3 上端と動圧溝 8 a 4 下端との間の距離）よりも大きい。

軸受スリーブ 8 内周の上下のラジアル軸受面と、これに対向する軸部 2 a の外周面との間にはラジアル軸受隙間 9 a, 9 b が形成される。このラジアル軸受隙間 9 a, 9 b は、それぞれ上側がシール部材 10 を介して外気に開放され、下側が外気に対して遮断されている。

一般に、ヘリングボーン形状のように軸方向に対して傾斜した形状の動圧溝では、軸受の運転中に軸方向への油の引き込み作用が生じる。従って、本実施形態においても動圧溝 8 a 1 ~ 8 a 4 は油の引き込み部となり、この引き込み部 8 a 1 ~ 8 a 4 によってラジアル軸受隙間 9 a, 9 b に引き込まれた油は、動圧溝 8 a 1 と 8 a 2 の間、および動圧溝 8 a 3 と 8 a 4 の間の平滑部 n 1, n 2 周辺に集められ、円周方向に連続した油膜を形成する。

この際、上側のラジアル軸受面の非対称性、および上下のラジアル軸受面の軸方向長さの相違から、軸部 2 a の外周面と軸受スリーブ 8 の内周面 8 a との間の隙間に満たされた油は、全体として下向きに押し込まれる。下向きに押し込まれた油を上方に戻すため、軸受スリーブ 8 の外周面 8 d には、その両端面 8 b, 8 c に開口した循環溝（図示省略）が形成されている。この循環溝はハウジングの内周面 7 d に形成することもできる。

なお、各動圧溝領域における動圧溝形状は、各動圧溝 8 a 1 ~ 8 a 4 が軸方向に対して傾斜した形状とすることができる。これに該当する動圧溝形状としては、図示のようなヘリングボーン形その他、スパイラル形に配列したものも考えられる。

図 4 に示すように、シール手段としてのシール部材 10 は環状のもので、ハウジング 7 の開口部 7 a の内周面に圧入、接着等の手段で固定さ

れる。この実施形態において、シール部材 10 の内周面は円筒状に形成され、シール部材 10 の下側端面 10 b は軸受スリーブ 8 の上側端面 8 b と当接している。

シール部材 10 の内周面に対向する軸部 2 a の外周面にはテーパ面が形成されており、このテーパ面とシール部材 10 の内周面との間には、ハウジング 7 の上方に向かって漸次拡大するテーパ形状のシール空間 S が形成される。シール部材 10 で密封されたハウジング 7 の内部空間には、潤滑油が注油されており、ハウジング内の各隙間、すなわち軸部 2 a の外周面と軸受スリーブ 8 の内周面 8 a との間の隙間（ラジアル軸受隙間 9 a, 9 b を含む）、軸受スリーブ 8 の下側端面 8 c とフランジ部 2 b の上側端面 2 b 1 との間の隙間、フランジ部の下側端面 2 b 2 とハウジング 7 の内底面 7 c 1（ハウジング底面）との間の隙間は、潤滑油で満たされている。潤滑油の油面はシール空間 S 内にある。

軸部材 2 の軸部 2 a は軸受スリーブ 8 の内周面 8 a に挿入され、フランジ部 2 b は軸受スリーブ 8 の下側端面 8 c とハウジング 7 の内底面 7 c 1 との間の空間部に収容される。軸受スリーブ 8 の内周面 8 a の上下 2 箇所のラジアル軸受面は、それぞれ軸部 2 a の外周面とラジアル軸受隙間 9 a, 9 b を介して対向し、第一ラジアル軸受部 R 1 および第二ラジアル軸受部 R 2 を構成する。

図 1 に示すように、軸部材 2 は樹脂材 2 1 と金属材 2 2 の複合構造をなし、そのうち、軸部 2 a の芯部とフランジ部 2 b の全体とは樹脂材 2 1 で一体に成形され、軸部 2 a の外周はその全長にわたって中空円筒状の金属材 2 2 で被覆されている。樹脂材 2 1 としては、66 ナイロン、LCP、PE S 等が使用可能であり、必要に応じてこれら樹脂にガラス繊維等の充填材が配合される。また、金属材 2 2 としては、耐摩耗性に優れた例えばステンレス鋼等が使用可能である。

樹脂材 2 1 と金属材 2 2 の分離防止のため、軸部材 2 の軸部 2 a の下端（図面左方）では、金属材 2 2 の端部がフランジ部 2 b に埋め込まれ、その上端では、金属材 2 2 と樹脂材 2 1 とが係合部を介して軸方向で係

合状態にある。図示例では、この係合部として、上方側を拡径させたテーパ面 2 2 b で互いに係合させた場合を例示している。金属材 2 2 の回り止めのため、フランジ部 2 b に埋め込まれた金属材 2 2 の外周あるいは端縁に、ローレット加工等によりフランジ部 2 b と円周方向で係合可能な凹凸係合部を設けるのが望ましい。

この軸部材 2 は、例えば金属材 2 2 をインサート部品とする樹脂の射出成形により（インサート成形により）製作される。軸部材 2 には、非接触タイプの軸受装置の機能上、軸部 2 a とフランジ部 2 b の直角度やフランジ部両端面 2 b 1 , 2 b 2 の平行度等をはじめ、高い寸法精度が求められるが、インサート成形であれば、型精度を高め、かつ型内でインサート品としての金属材 2 2 を精度よく位置決めすることにより、これらの要求精度を確保しつつ低コストに量産可能となる。また、軸部 2 a とフランジ部 2 b の組み付けがこれらの成形と同時に完了するので、軸部とフランジ部を金属製の別部品とし、これらを後工程で圧入等により一体化する場合に比べ、工程数を減じてさらなる低コスト化を図ることもできる。

フランジ部 2 b の両端面 2 b 1 , 2 b 2 には、それぞれ動圧を発生するためのスラスト軸受面となる動圧溝領域が形成される。このスラスト軸受面には、図 2 (a) (b) に示すように、スパイラル形状等をなす複数の動圧溝 2 3 , 2 4 が形成され、この動圧溝領域はフランジ部 2 b の射出成形と同時に型形成される。フランジ部 2 b の上端面 2 b 1 に形成したスラスト軸受面は、軸受スリーブ 8 の下端面 8 c とスラスト軸受隙間を介して対向し、これによって第一のスラスト軸受部 T 1 が構成される。また、フランジ部 2 b の下端面 2 b 2 に形成したスラスト軸受面は、ハウジング底部 7 c の内底面 7 c 1 とスラスト軸受隙間を介して対向し、これによって第二のスラスト軸受部 T 2 が構成される。

以上の構成から、軸部材 2 と軸受スリーブ 8 の相対回転時、本実施形態でいえば軸部材 2 の回転時には、上述のように動圧溝 8 a 1 ~ 8 a 4 の作用によって両ラジアル軸受部 R 1 , R 2 のラジアル軸受隙間 9 a ,

9 b に潤滑油の動圧が発生し、軸部材 2 の軸部 2 a が各ラジアル軸受隙間に形成される潤滑油の油膜によってラジアル方向に回転自在に非接触支持される。同時に、動圧溝 2 3, 2 4 の作用によって両スラスト軸受部 T 1, T 2 の各スラスト軸受隙間に潤滑油の動圧が発生し、軸部材 2 のフランジ部 2 b が各スラスト軸受隙間に形成される潤滑油の油膜によって両スラスト方向に回転自在に非接触支持される。

本発明では、上述のように軸部材 2 が軸部 2 a の外周のみを金属材 2 2 で形成する一方、その他の部分を樹脂材 2 1 で形成しており、従来の金属品と比べて軽量化されている。従って、軸部材 2 と軸受スリーブ 8 やハウジング底部 7 c との衝突時における衝撃が減じられ、衝突部での傷の発生を抑制することが可能となる。また、フランジ部 2 b が樹脂製であるので、金属製の軸受スリーブ 8 の下端面 8 c やハウジング底部 7 c に対する摺動性も良好であり、トルクを減じることができる。

さらには、金属製の軸受スリーブ 8 およびハウジング底部 7 c に比べ、樹脂製フランジ部 2 b の方が軸方向の線膨張係数が大きいいため、モータ駆動等により軸受が高温化した場合、スラスト軸受隙間の幅が小さくなる。従って、油の粘度低下による油膜剛性の低下を補うことができ、スラスト方向の軸受剛性を確保することができる。また、一般に起動直後等の低温時には油の粘度が高いためにトルク上昇を招くが、本発明では、線膨張係数の差からスラスト軸受隙間が大きくなるため、この種のトルク上昇を回避することができる。

図 6 は、軸部材 2 の他の実施形態を示す断面図である。この実施形態は、軸部材 2 の上端に他部材をねじ止めできるようにしたもので、図示例は、他部材として、ディスク等を押えるためのキャップ 2 6 をねじ 2 7 で軸部材 2 に固定する場合を例示している。軸部 2 a においては、円筒状の金属材 2 2 の上端が樹脂材 2 1 の上端を越えて軸方向に延びており、この延びた部分の内周にねじ 2 7 と螺合する雌ねじ状のねじ部 2 5 が形成されている。このねじ部 2 5 の下方に樹脂材 2 1 の上端があり、さらにその下方で樹脂材 2 1 と金属材 2 2 がテーパ面 2 2 b を介して軸

方向で係合している。このように金属材 22 の内周にねじ部 25 を形成することにより、樹脂材 21 にねじ部を形成する場合に比べ、ねじ締結部分の強度や耐久性を向上させることができる。これ以外の構造、製造方法等は図 1 および図 2 に示す軸部材 2 に準じるので、これらの詳細な説明は省略する。

以上の説明では軸部材 2 として、軸部 2a の外周に金属材 22 を配置した場合を例示したが、軸部材 2 の構成はこれに限らない。例えば、図示例では、フランジ部 2b を樹脂のみで形成しているが、その芯部に金属材を配置することもできる。

なお、図示例では、フランジ部 1b の両端面に動圧溝 23, 24 を備えたスラスト軸受面を形成しているが、両スラスト軸受面のうちの何れか一方は、フランジ部 2b の端面と対向する軸受スリーブ 8 の端面 8c、もしくはハウジング 7 の内底面 7c1 に形成することもできる。また、軸部材 2 を下方向から支持するスラスト軸受部 T2 の軸受隙間は、ハウジング 7 の上端面 7f (図 4 参照) と、これに対向するハブ 3 の下端面との間に形成することもできる。また、ラジアル軸受部 R1、R2 として多円弧軸受、ステップ軸受、テーパ軸受、テーパフラット軸受等を使用することもできる。

請求の範囲

1. 軸受スリーブと、軸受スリーブの内周に挿入された軸部、および軸部の外径側に張り出したフランジ部を備える軸部材と、ラジアル軸受隙間に生じる流体の動圧作用で軸部材をラジアル方向に非接触支持するラジアル軸受部と、スラスト軸受隙間に生じる流体の動圧作用で軸部材をスラスト方向に非接触支持するスラスト軸受部とを備える動圧軸受装置において、

軸部材の軸部外周が中空円筒状の金属材で形成されると共に、軸部の芯部およびフランジ部が樹脂材で形成されていることを特徴とする動圧軸受装置。

2. 軸部材を、金属材をインサート部品とする樹脂の型成形で形成した請求項 1 記載の動圧軸受装置。

3. 軸部材のうち、フランジ部の少なくとも一方の端面に複数の動圧溝を設けた請求項 1 記載の動圧軸受装置。

4. フランジ部端面の動圧溝が、フランジ部の型成形と同時に形成されている請求項 3 記載の動圧軸受装置。

5. 軸部材の反フランジ部側の端部に、他部材とねじ締結するためのねじ部を形成した請求項 1 記載の動圧軸受装置。

6. ねじ部を、金属材の端部内周に形成した請求項 5 記載の動圧軸受装置。

7. さらに、軸受スリーブを収容したハウジングを備え、フランジ部の一方の端面を軸受スリーブの端面に対向させると共に、フランジ部の他方の端面をハウジングの底面に対向させた請求項 1 ～ 6 何れか記載の動圧軸受装置。

FIG. 1

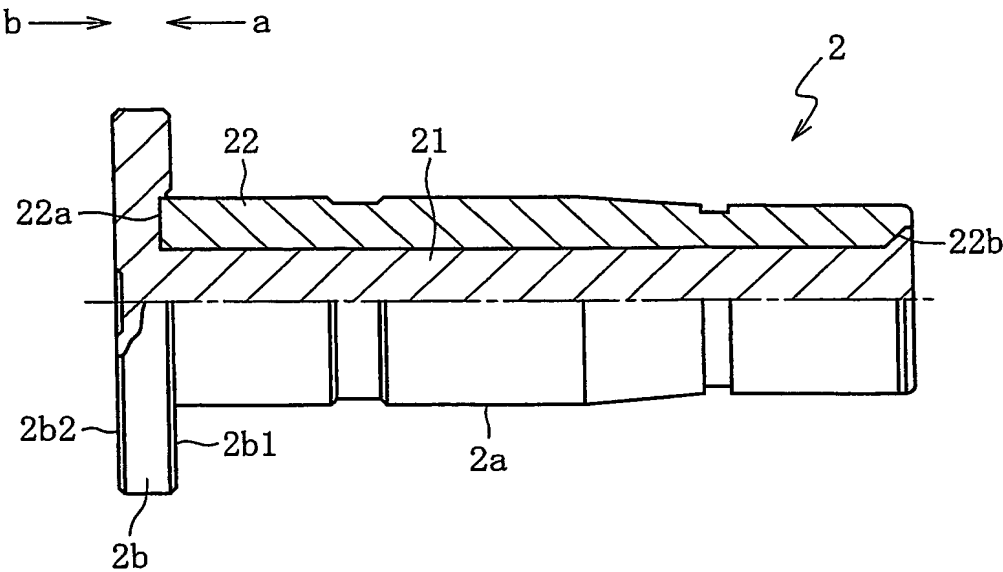


FIG. 2 (a)

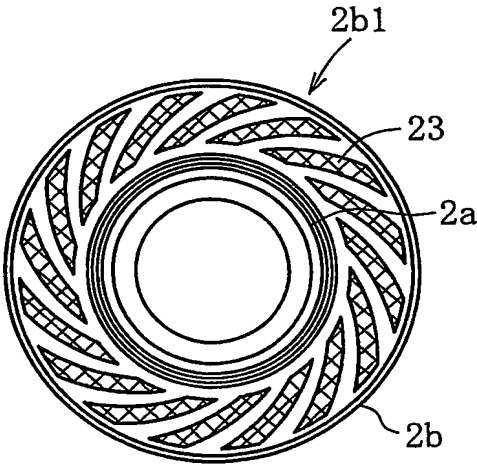


FIG. 2 (b)

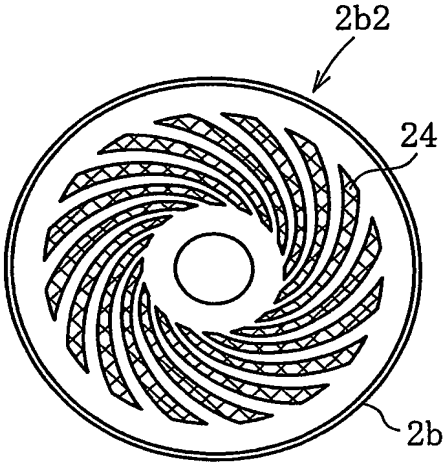


FIG. 3

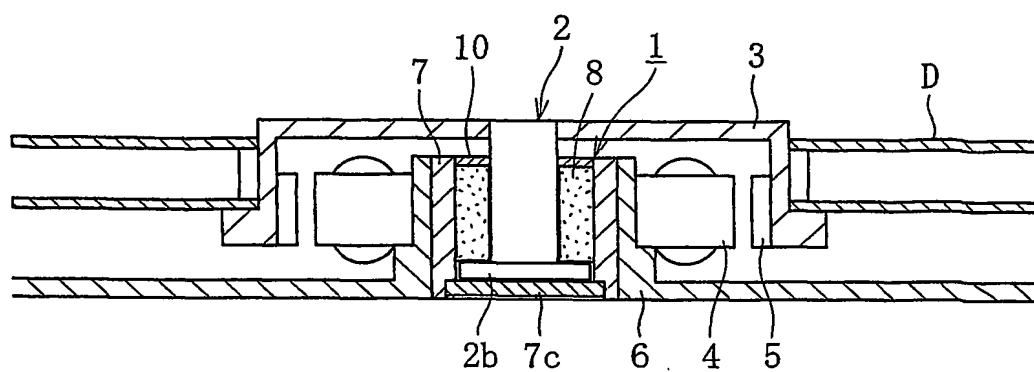


FIG. 4

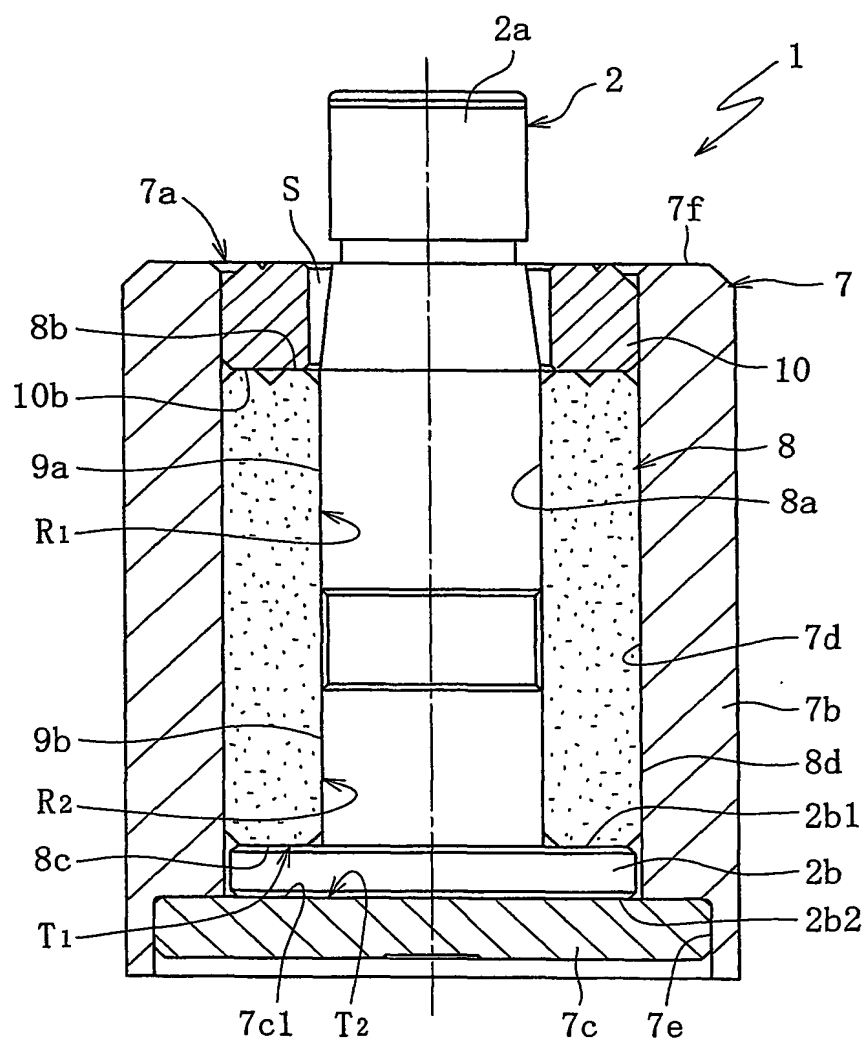


FIG. 5

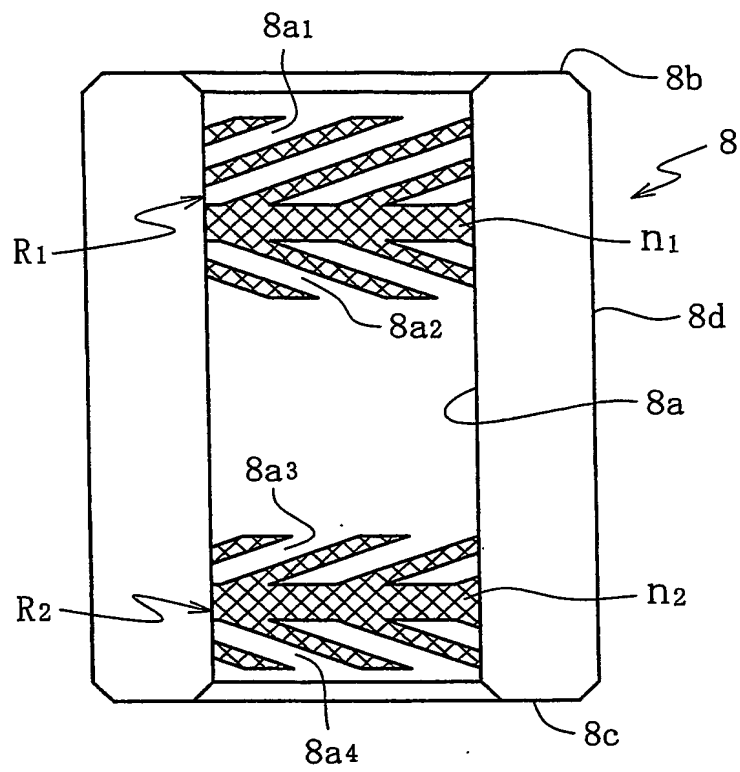


FIG. 6

